

富山県氷見市床鍋のモミ林の森林構造

佐藤 卓

富山県立上市高等学校

〒930-0424 上市町齊神新444

平内 好子

富山県立新川女子高等学校

〒937-0011 魚津市木下新144

野口 泉

富山県立雄山高等学校

〒939-0680 立山町前沢1437-1

Stand Structure in *Abies firma* forest on Tokonabe, Himi-shi, Toyama Prefecture, Japan

Takashi SATO

Kamiichi High School

444 Sainokamishin, Kamiichi-machi, Toyama, 930-0424 JAPAN

Yoshiko HIRAUCHI

Niikawajoshi High School

144 Kinoshitashin, Uozu-shi, Toyama, 937-0011 JAPAN

Izumi NOGUCHI

Oyama High School

1437-1 Maezawa, Tateyama-machi, Toyama, 930-0680, JAPAN

Species composition and stand structure of a natural *Abies firma* forest on Tokonabe, Himi-shi, Toyama Prefecture were investigated. A survey of stem girth at breast height, tree height, size of canopy, location of tree and identification of tree species for the all trees higher than 2m in the quadrat (20×20 m²) was carried out in May 1998. 1. Twenty-five species were identified in the 115 trees observed. Tree density and basal area were 2875 trees/ha and 82.5 m²/ha, respectively. 2. *Abies firma* was the dominant species in the basal area. *Quercus serrata* followed. *Camellia japonica*, *Quercus salicina*, *Eurya japonica* and *Ilex macrospora* were large in density but small in basal area. 3. Fisher's values of the coefficient of diversity (α) was 9.4. The value was smaller than that of the Fir-Hemlock forest reported from Ehime Prefecture, but the value was larger than that obtained from the warm temperate evergreen broadleaf forest communities in Toyama prefecture. 4. Distributional pattern of *Abies firma* showed the uniform distribution, but that of *Camellia japonica*, *Quercus salicina* and *Eurya japonica* showed contagious distributions. 5. Three stories of stratified tree layers were distinguished in this forest stand using the *M-w* diagram. Key words : *Abies firma*, stand structure.

富山県氷見市床鍋にあるモミ林に、20m×20mの調査区を設け林分構造を調べた。1998年5月、樹高2m以上の樹木について、胸高直径、樹高、樹冠のサイズ、樹木の位置、種名を記録した。調査区からは115個体、25種の樹木が認められ、密度は2875本/ha、基底面積合計は82.5 m²/haであった。基底面積合計の値はモミが最も大きく、次いでコナラであった。ヤブツバキとウラジロガシ、ヒサカキ、アオハダの個体密度は大きな値を示したが、基底面積合計の値は小さな値であった。種多様性指数(α)は9.4で、愛媛県米野々のモミ・ツガ林より小さな値であったが、県内の照葉樹林の値よりも大きな値であった。モミの分布様式は規則分布で、ヤブツバキとウラジロガシ、ヒサカキは集中分布を示した。*M-w* 図解析では3つの階層構造が認められた。

キーワード：モミ林、林分構造。

はじめに

モミ林は暖温帯域の照葉樹林（シイ林やウラジロガシ林）と冷温帯域の夏緑樹林（ブナ林）との中間の移行域に分布する温帯針葉樹林で、ヤブツバキクラスのシキミーモミ群集にまとめられている（宮脇，1977a；飯泉・菊池，1980；中西ら，1983；宮脇ら，1994）。また、ツガを含むことが多いことからモミ・ツガ林と呼ばれ、東北地方の丘陵部から、関東の山地、四国九州の海拔800～1600mに分布している（宮脇，1977a；菅原，1978；近田，1981；中尾，1985；二宮ら，1985）。モミ・ツガ林は太平洋側を中心に分布するため、太平洋側のモミ・ツガ林の林分構造や更新過程、物質生産量についての報告（吉野ら，1979；鈴木，1979；佐々，1982；中尾，1985；鈴木・薄田，1989；吉田，1990；平吹・阿部，1993；明石ら，1994）が多い。

富山県内のモミ林については、宮脇（1977b）がまとめた「富山県の植生」の中ではモミ植林として扱われ、大田ら（1983）も、モミがシキミーモミ群集の標徴種であり、氷見地方の山地に多く、上市町眼目、細入村庵谷峠、福野町安居、高岡市五十里などに分布するとを記しているだけである。その後、中川（1985）が氷見地方の宇波川や阿尾川上流のモミ林の概略を報告している。石川県では、能登半島にモミ林が分布する（里見ら，1978）ことから、古池（1986，1990，1997）は低地型ブナ林とモミ林の関係を考察し、中間温帯林（モミ・ツガ林）の発達が悪い理由を暖かさの指数（WI）と寒さの指数（CI）を用いて説明している。

このように、富山県内のモミ林について、植物社会学的な手法による調査を含めて、十分な報告がなされていない。そこで、今回は氷見市床鍋にあるモミ林の森林構造を調査し、今後の調査の基礎資料とすることにした。

調査地点および調査方法

富山県氷見市床鍋は富山県の北西部、石川県との県境近くに位置し、標高100m～200mの緩やかに起伏する丘陵地である。モミ林分は丘陵の尾根を中心に島状に点在し、広範囲に1つの林分を作ることは稀である。今回は、床鍋集落に近い丘陵の南西斜面に位置する面積約0.5haのモミ林分に20m×20mの調査区（標高150m）を設けた（図1，2）。調査区の斜面方向と平均斜度はそれぞれS70°W，25°であった。

調査区から東方約10kmに氷見気象観測所（海拔7m）があり、1981～1997年の観測値平均を算出すると、年平均気温は12.9℃、年降水量の平均は2112mmである。海拔の上昇に伴う気温のてい減率を0.6℃/100mとして、調査地点の年平均気温、暖かさと寒さの指数を推定すると、順に11.7℃，93.3℃・月，-12.4℃・月であった。吉良ら（1976）によれば、調査地点は照葉樹林のカシ林とブナ林が混生する暖温帯落葉広葉樹林帯の気候域で、モミ・ツガ林の分布域と考えられる。

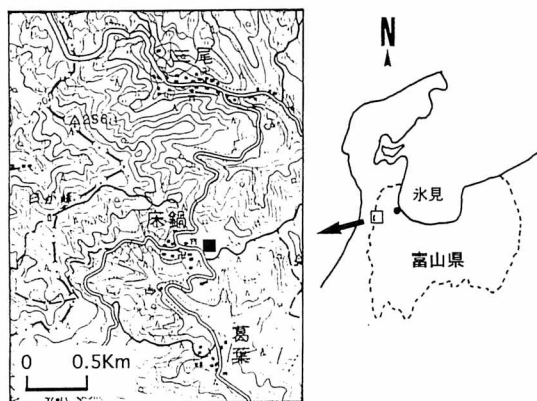
調査方法は毎木調査法で、調査区内に出現する樹高2m以上の樹木の名前、胸高直径（DBH）、樹高（目測）、樹冠の大きさ（短径と長径を目測）、調査区内の位置（XY座標）を記録した。また、林床植物の優占度と群度を観察した。調査は1998年5月に実施した。

結果及び考察

1. 種組成、密度、基底面積合計

毎木調査によって得られた調査結果を表1にまとめて示した。樹高2m以上の木本は115個体認められ、密度は2875本/haであった。

出現した木本は25種に分けられ、Fisher et al.（1943）の種多様性指数（ α ）は9.4であった。この



国土地理院発行の5万分の1地形図「氷見」を使用

図1 氷見市床鍋モミ林の調査地点

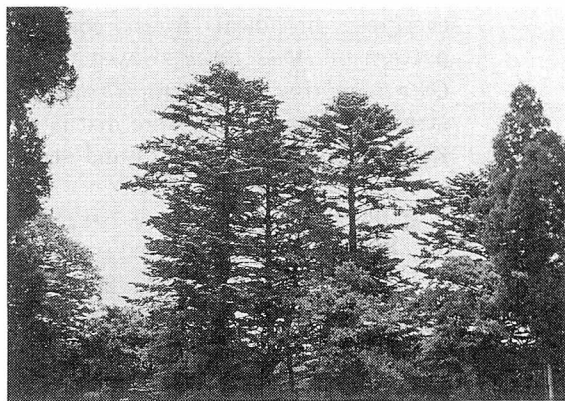


図2 氷見市床鍋のモミ林

表1 富山県氷見市床鍋モミ林、及びいくつかの暖温帯林の林分構造の概況

調査林分の位置	調査年	標高 (m)	調査面積 (㎡)	密度 (/ha)	出現 種数	α 値*	BA** (㎡/ha)	第1優占種	BA (㎡/ha)	第2優占種	BA (㎡/ha)	出典
氷見市床鍋	1998年	150	400	2875	25	9.4	82.5	モミ	59.9	コナラ	4.4	今回の調査
<富山県内の温帯針葉樹林>												
宇奈月町黒雞	1998年	450	260	2493	19	8.2	102.4	ツガ	81.8	ミズナラ	9.8	佐藤ら(1999)
魚津市南又谷	1997年	700	700	1029	13	4.7	197.5	スギ	187.8	ホオノキ	7.3	佐藤ら(1998)
<富山県外の温帯針葉樹林>												
鹿児島県屋久島	1983年	1000	900	-	-	-	112.6	モミ	32.0	スギ	18.2	鈴木・薄田(1989)
鹿児島県屋久島	1993年	1200	10000	2684	22	3.3	99.3	モミ	26.2	ツガ	24.8	明石ら(1994)
鹿児島県霧島山	1988年	975-1000	2500	1268	23	5.7	39.1	モミ	3.0	ツガ	1.8	吉田(1990)
高知県久保谷山	1975年	650	400	1800	18	7.7	88.0	ツガ	29.8	モミ	15.4	鈴木(1979)
愛媛県米野々	1984年	750-850	8900	2942	65	12.1	40.7	モミ	11.5	シデ属	6.7	二宮ら(1985)
宮城県網木山	1992年	270	2500	3844	56	13.0	37.4	モミ	20.7	ブナ	2.91	平吹・阿部(1993)
<富山県内の照葉樹林>												
氷見市小境朝日神社	1989年	10	600	1400	13	4.3	105.8	シイ	65.2	ヤマザクラ	17.5	佐藤(1990)
朝日町宮崎鹿島神社	1986年	40	225	1289	5	2.3	103.5	シイ	51.3	アカガシ	30.8	野教研*** (1987)
婦中町千里常楽寺	1984年	100	450	867	10	4.4	52.0	ウラジロガシ	35.6	アカガシ	11.1	野教研(1987)
上市町大松神明宮	1985年	130	225	3333	5	1.2	67.8	ウラジロガシ	63.9	ヒサカキ	3.0	野教研(1987)
立山町宮路熊野神社	1988年	240	225	3378	7	1.9	94.2	ウラジロガシ	51.3	アカガシ	30.8	野教研(1989)

*: Fisher et al.(1943)の種多様性指数
**: 基底面積合計
***: 野教研は野外教材研究委員会の略称

表2 氷見市床鍋モミ林の基礎的データ

種名	密度	基底面積		樹冠面積		最大胸高直径	最大樹高
	(/ha)	(㎡/ha)	%	(ha/ha)	%	(cm)	(m)
モミ	125	59.94	72.6%	0.90	27.6%	98	25
コナラ	100	4.40	5.3%	0.23	7.1%	31	16
ヤマザクラ	75	3.75	4.5%	0.34	10.5%	32	18
アカマツ	25	3.74	4.5%	0.06	1.8%	44	18
スギ	75	2.62	3.2%	0.09	2.8%	33	16
ヤブツバキ	750	2.34	2.8%	0.45	13.9%	15	8
ウラジロガシ	400	2.06	2.5%	0.30	9.2%	14	15
ヒサカキ	325	0.78	0.9%	0.11	3.3%	9	6
アワブキ	125	0.67	0.8%	0.25	7.7%	11	8
アカシデ	50	0.41	0.5%	0.12	3.7%	13	12
ウリハダカエデ	50	0.36	0.4%	0.04	1.1%	13	6
アオハダ	175	0.33	0.4%	0.10	3.2%	7	5
コシアブラ	75	0.25	0.3%	0.05	1.6%	7	8
モチノキ	50	0.15	0.2%	0.03	0.8%	7	5
コハウチワカエデ	75	0.15	0.2%	0.03	0.9%	6	4
アオダモ	50	0.14	0.2%	0.02	0.6%	7	5
ヤマモミジ	100	0.13	0.2%	0.03	1.0%	5	3
クマシデ	25	0.12	0.2%	0.05	1.5%	8	6
ネジキ	50	0.05	0.1%	0.01	0.2%	4	4
ソヨゴ	25	0.03	0.0%	0.00	0.1%	4	3
ユズリハ	50	0.03	0.0%	0.01	0.2%	3	4
ツリバナ	25	0.03	0.0%	0.03	1.0%	4	3
ムラサキシキブ	25	0.01	0.0%	0.00	0.1%	2	3
コマユミ	25	0.00	0.0%	0.00	0.0%	2	2
シロダモ	25	0.00	0.0%	0.00	0.0%	2	2
合計	2875	82.50	100%	3.26	100%		

表3 氷見市床鍋モミ林の主な樹種の胸高直径階級分布

種 名	胸高直径階級 (cm)										合計
	99-90	89-80	79-70	69-60	59-50	49-40	39-30	29-20	10-9	9-	
モミ	1	1	1	2	.	.	.	.	.	.	5
コナラ	1	2	1	.	4
ヤブツバキ	2	28	30
ウラジログシ	6	10	16
ヒサカキ	13	13
アオハダ	7	7
アワブキ	2	3	5
ヤマモミジ	4	4

表4 氷見市床鍋モミ林の主な樹種の樹高階級分布

種 名	樹高階級 (m)													合計
	25-24	23-22	21-20	19-18	17-16	15-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2	2	
モミ	3	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
コナラ	1	1	1	.	.	.	1	.	.	4
ヤブツバキ	1	4	14	8	3	30
ウラジログシ	1	.	1	2	1	3	4	4	16
ヒサカキ	1	3	5	4	13
アオハダ	5	1	1	7
アワブキ	1	4	.	.	.	5
ヤマモミジ	3	1	4

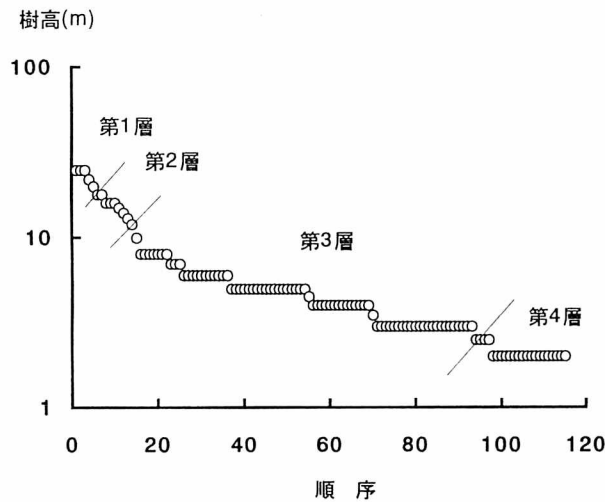


図3 氷見市床鍋のモミ林の樹高分布
横軸の順序は最も高い個体から低い個体まで順につけた番号

値は愛媛県米野々（二宮ら，1985；DBH＞4 cm）や鹿児島県屋久島（明石ら，1994：DBH＞3 cm）のモミ林の α 値に比べて、低い値であが、仙台綱木山のモミ林（平吹・阿部，1993； $h>1.3m$ ）や県内のツガ林（ α 値＝8.2；佐藤ら，1999）に比べて高く、さらに県内の照葉樹林（ α 値＝1.2・4.4）より2倍以上も高い値であった。照葉樹林の種多様性指数は、伊藤・宮田（1977）によると、シイ林で6.5～9.5（DBH＞1 cm），ウラジログシ林で5.2～8.9

（DBH＞1 cm），アカガシ林で3.6～8.9（DBH＞1 cm）であるから、このモミ林分は照葉樹林の最も多様な林分に匹敵する種多様性を持つと考えられる。

種別の密度と基底面積合計を表2に示した。最も多く出現した種はヤブツバキ（750/ha）で、ついでウラジログシ（400/ha），ヒサカキ（325/ha）と続いた。これらの種はウラジログシ林の構成種で、九州・四国に分布するモミ林でも亜高木層以下に出現している（中尾，1985）。

全個体の基底面積合計は82.5m²/haで、これまでに報告されているモミ・ツガ林の基底面積合計（37.4～112.6m²/ha）の変動範囲に含まれていた。モミの基底面積は59.9m²/haで、基底面積合計の72.6%を占め、最も優勢であった。

モミに続いて基底面積の多い種はコナラ（5.3%），ヤマザクラ（4.5%），アカマツ（4.5%）の順であった。コナラやアカマツは氷見地方の二次林構成種であり、このモミ林が以前、モミを残して、それ以外の樹木が伐採され、その後放置されたために、周囲の二次林からアカマツやコナラが侵入してきたと考えられた。

2. 胸高直径階級分布，樹高階級分布と階層構造
主な樹種の胸高直径階級分布を表3に示した。モ

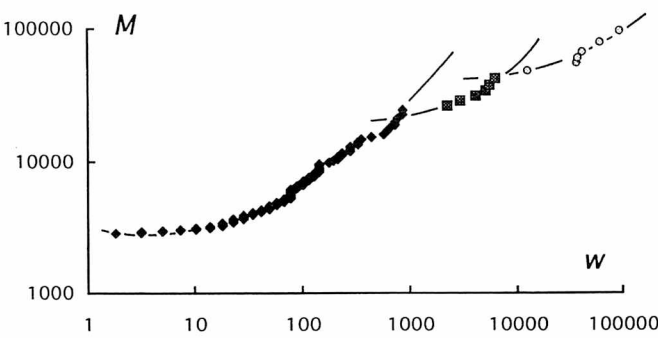


図4 氷見市床鍋のモミ林の $M-w$ 図
 M : i 番までの平均個体重; w : i 番の個体重。
◆, □, ○はそれぞれの階層に属する個体を表す。
曲線はそれぞれの階層に属するプロットの近似曲線。

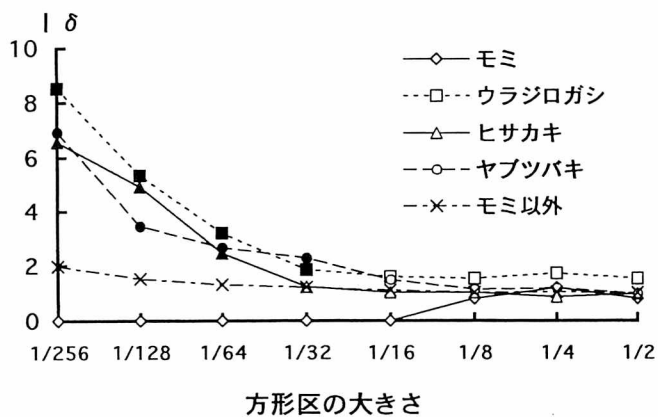


図5 氷見市床鍋のモミ林の主要樹木の $I\delta$ 分布
◇と□, △, ○は $I\delta$ が統計的に 1 と有意差なし,
■と▲, ●は $I\delta$ が統計的に 1 より大きいことを示す。

ミは60-69cm階級から90-99cm階級まで、連続して出現した。最大の個体は胸高直径98cmであった。しかし、モミは59cm以下の階級には出現しないことから、連続的な更新が行われていないと推定された。コナラも10-19cmから30-39cm階級まで連続的に出現するが、9 cm以下の階級には出現していない。ヤブツバキとウラジログシは10-19cm階級以下に連続的に分布していた。

主な樹種の樹高階級分布を表4に示した。20-21 m階級以上にモミの全個体が分布し、林冠を構成していることがわかる。モミの最大樹高は25mであった。モミが作る林冠の下には、10-11mから16-17 m階級には、コナラとウラジログシが分布し、階層構造が見られた。ウラジログシの樹高階級分布は2 m階級から14-15m階級まで連続的であることから、連続的な更新が行われていることを示唆する。ヤブ

ツバキは2 m階級から8-9 m階級まで連続的に分布するが、4-5 m階級に最も多く出現した。

樹高から見た階層構造を調べるために樹高分布を図3に示した。この図より、4層の階層構造が読みとれた。第1層と第2層の境界は20m、第2層と第3層の境界は10mと推定された。第3層に多くの個体が分布し、第4層との境界は3 mにあると推定された。

林分の階層構造を $M-w$ 図 (Hozumi, 1975) を用いて解析した結果を図4に示した。 $M-w$ 図は出現した樹木の個体重を大きな個体から順に、ある個体重 w_i までの平均個体重(M_i)とその時の個体重(w_i)の関係を図示したものである。 $M-w$ 図を作るにあたって、個体重 w の近似値として胸高直径の2分の5乗値を用いた。この図からモミ林は3層に区別され、第1層と第2層の境界は直径40cm、第2層と第3層の境界は直径20cmに存在すると考えられた。第1層はモミとアカマツだけであり、第2層にはウラジログシやコナラなどが含まれた。第3層にはヤブツバキやヒサカキ、ユズリハなどの低木が含まれた。3つの階層からなるこの床鍋のモミ林は、二宮ら(1985)が報告している愛媛県米野々のモミ・ツガ林の4層構造より、1階層少なかった。

3. 樹冠面積と主要構成種の分布様式

全個体の樹冠面積合計は3.26ha/haで、平均すると地表面の上には3層の樹冠があることになる。モミは最上層で樹冠を広げ、調査区の約90%を被陰していた。次に樹冠面積合計が多い種はヤブツバキで高さ9 m以下の第3層で、樹冠を広げ調査区の約45%を被陰していた。ヤマザクラは高さ18m以下の第2層で樹冠を広げ、調査区の約34%を被陰していた。

Morisita (1959) の $I\delta$ 法を用いて、方形区内における個体分布を解析した。その結果を図5に示した。モミは規則分布を示し、ウラジログシ、ヒサカキ、ヤブツバキは集中分布を示した。モミを除く全個体の分布はほぼランダム分布を示した。ウラジログシとヒサカキは6-12m²のパッチをつくり、ヤブツバキとモミ以外の樹木は約25m²のパッチをつくっていることが推定された。この結果は中尾(1985)が九州のモミ・ツガ林で報告している結果とほぼ同様であった。

4. 林床植物

毎木調査を行った調査区に出現した、樹高2m未満の植物の優占度・群度を観察した結果を以下に記す。林床の植被率は30%。

1.1: ヤブコウジ, ヒメアオキ, ヤブツバキ

+: ヒサカキ, シロダモ, ウラジロガシ, モミ, チゴユリ, タチツボスミレ, ツルアリドウシ, フユヅタ, ウリハダカエデ, ナルコユリ, ジャノヒゲ, イワガラミ, シシガシラ, キンラン, ウリノキ, キッコウハグマ, アキグミ, トキワイカリソウ, サンショウ, フジ, コシアブラ, ベニシダ, ユズリハ, ニシノホンモンジスゲ, シュロ, オオバクロモジ, ヤマノイモ, ムラサキシキブ, ツルアリドウシ

出現種数は33種で、林冠を構成するモミの実生が観察された。林床にヤブコウジやジャノヒゲ, ヤブツバキが観察され, ウラジロガシ林の林床植物相と類似していた。

まとめ

氷見市床鍋にあるモミ林の林分構造を、毎木調査法により解析した。この結果、県内の照葉樹林よりも種数が多い多様性に富んだ林分であることがわかった。階層構造も発達しており、樹高階級では4層に、個体重分布からは3層に分けられた。その第1層に出現するモミは、連続的にそれぞれの階級に分布していないことから、連続的な更新が行われていないと推定された。また、第2層から第3層に出現するウラジロガシやヤブツバキは連続的に発生していることが推定され、将来的にはコナラやヤマザクラ, アカマツにとって替わり、第2層や第3層の優占種になる可能性が示唆された。

謝 辞

この氷見市床鍋で調査を行うにあたり、富山市五福在住の山本修氏には貴重な助言をいただいた。心よりお礼を申し上げる。

引用文献

明石信廣・相場慎一郎・甲山隆司, 1994. 屋久島原生自然環境保全地域の山地針葉樹林における林木群集の構造. 「屋久島原生自然環境保全地域調査報告書」pp. 71-86. 環境庁自然保護局. 東京.
Fisher, R.A., Corbet, A.S. and Williams, C. B., 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of a animal population.

J. Anim. Ecol. 12: 42-58.
古池博, 1986. 白山山系の低地型ブナ林. はくさん13 (4): 6-9.
古池博, 1990. 石川県のブナクラス域の植生, 「石川の生物」石川の生物編集委員会編 pp.47-55. 石川県高等学校教育研究会生物部会. 金沢.
古池博, 1997. 3. 石川県の植生の概要と特徴. 「石川県植生誌」, 石川県植生誌編纂委員会 pp.33-44. 石川県. 金沢.
平吹喜彦・阿部功之, 1993. 綱木山モミ・イヌブナ優占林分の組成と木本構成種の更新特性. 宮城教育大学紀要 28: 15-26.
Hozumi, K., 1975. Studies on the frequency distribution of weight of individual trees in a forest stand. V. The M-w diagram for various types of forest stands. Jap. J. Ecol. 25: 123-131.
飯泉茂・菊池多賀夫, 1980. 植物群落とその生活 pp. 1-201. 東海大学出版会. 東京.
伊藤秀三・宮田逸夫, 1977. 2. 群落の多様性. 「群落の組成と構造」, 伊藤秀三編 pp.76-111. 朝倉書店. 東京.
吉良竜夫・四手井綱英・沼田真・依田恭二, 1976. 日本の植生. 科学 46: 235-247.
近田文弘, 1981. 静岡県の植物群落 pp.1-229. 第一法規. 東京.
宮脇昭, 1977 a. 日本の植生 pp.44-49. 学研. 東京.
宮脇昭, 1977 b. 富山県の植生 pp.1-289. 富山県. 富山.
宮脇昭・奥田重俊・藤原陸夫, 1994. 改訂新版日本植生便覧 pp.69-78, 157. 至文堂. 東京.
Morisita, M., 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.) 2: 215-23.
中川定一, 1985. モミ (*Abies firma* Sieb. et Zucc.) を訪ねて. 富山県生物学会誌 25: 11-15.
中西哲・大場達之・武田義明・服部保. 1983. 日本の植生図鑑 < I > 森林 pp.1-208. 保育社. 大阪.
中尾登志雄, 1985. 九州におけるモミ, ツガ林の生態学的研究. 宮崎大学農学部演習林報告 11: 1-165.
二宮生夫・富田英司・辻田昭夫・荻野和彦, 1985. モミ・ツガ天然性二次林の種類組成の多様性と林分構造. 愛媛大学農学部演習林報告 23: 59-76.
大田弘・小路登一・長井真隆, 1983. 富山県植物誌 pp. 1-430. 廣文堂. 富山.

- 佐々朋幸, 1982. 東京大学千葉演習林, 秩父演習林のモミ, ツガを主林木とした天然生林における林分現存量, 生長量およびリター生産量. 森林立地 24: 29-36.
- 佐藤卓, 1990. 氷見市朝日神社スダジイ林の森林構造. 富山県生物学会誌 30: 41-47.
- 佐藤卓・平内好子・安井基一, 1998. 富山県片貝川南又谷に見られる洞スギ林の構造. 富山の生物 37: 11-16.
- 佐藤卓・平内好子・野口泉, 1999. 富山県宇奈月町黒薙のツガ林の森林構造. 富山市科学文化センター研究報告 22: 135-141.
- 里見信生他17名, 1978. 特定植物群落調査報告書 石川県 pp.87-88. 石川県. 金沢.
- 菅原亀悦, 1978. 北限地帯モミ林の生態学的研究. 宮城県農業短期大学紀要 4: 1-68.
- 鈴木英治, 1979. ツガ天然林の更新 I. 樹幹解析によって推定した成熟林分の動態. 日生態会誌 29: 375-386.
- 鈴木英治・薄田二郎, 1989. 屋久島瀬切川流域の温帯針葉樹林の齢構成と更新過程. 日生態会誌 39: 45-51.
- 野外教材研究会, 1987. 富山県の二次林について (4). 富山県高等学校教育研究会生物部会報 10: 23-43.
- 野外教材研究会, 1989. 大辻山周辺の森林群落 (2). 富山県高等学校教育研究会生物部会報 12: 23-33.
- 吉田茂二郎, 1990. 霧島山系におけるモミ・ツガ天然林の施業に関する研究 (1) — 新床国有林について —. 鹿児島大学農学部演習林報告 18: 29-41.
- 吉野東州・上西貞兼・上西謙次, 1979. 和歌山演習林におけるモミ, ツガ林の生産力調査. 京都大学農学部演習林報告 51: 58-70.